

УДК 621.7

**Суханов Є.В., здобувач вищої освіти спеціальності J8 «Автомобільний транспорт»  
Науковий керівник: Колеснікова Т.М., к.т.н., доцент кафедри автомобільного  
транспорту, Воронков О.І., д.т.н., професор кафедри автомобільного транспорту  
(Національний технічний університет «Дніпровська політехніка», м. Дніпро, Україна)**

## **ТЕХНОЛОГІЇ ШВИДКОГО ПРОТОТИПУВАННЯ В СУЧАСНОМУ МАШИНОБУДУВАННІ ТА АВТОМОБІЛЬНІЙ ПРОМИСЛОВОСТІ**

### **Анотація**

У статті розглянуто проблеми підвищення ефективності проектування та виробництва в автомобільній промисловості завдяки впровадженню технологій швидкого прототипування (Rapid Prototyping, RP). Проаналізовано сучасні методи пошарового синтезу матеріалів, їхні переваги та недоліки, а також вплив RP-технологій на скорочення термінів розробки, зменшення матеріаломісткості та підвищення якості виробів машинобудування.

### **Вступ**

Одним із ключових завдань сучасної автомобільної промисловості є створення складних конкурентоспроможних об'єктів у мінімальні терміни, із заданою якістю та мінімальними витратами. Досягнення цих цілей неможливе без використання сучасних цифрових технологій, зокрема інтегрованої системи CAD/CAE/CAM – проектування, інженерні розрахунки та технологічна підготовка виробництва [1, 2].

Підвищення технічного рівня та якості машинобудівної продукції є важливим завданням національної економіки. Зменшення матеріаломісткості сприяє економії ресурсів та підвищує ефективність виробництва [3].

### **Роль комп'ютерних технологій у забезпеченні якості продукції**

Використання комп'ютерних технологій під час проектування наукоємної продукції дає змогу вирішувати багато питань забезпечення якості ще на ранніх етапах життєвого циклу виробу [4]. Особливе значення має технологія швидкого прототипування, що забезпечує перевірку конструкції до запуску у виробництво. Виправлення помилок на етапі проектування обходиться в десятки разів дешевше, ніж під час серійного випуску [5].

Швидке прототипування дозволяє виявити конструкторські помилки, внести зміни в 3D-модель, виготовити оснастку та оцінити технологічність деталі на різному обладнанні [6].

### **Класифікація та суть технологій швидкого прототипування**

Технології швидкого прототипування реалізуються в автоматизованих установках, які формують виріб за цифровими 3D-моделями. Основною особливістю таких систем є пошаровий синтез матеріалу [7]. Серед найпоширеніших технологій можна виділити:

- FDM (Fused Deposition Modeling) – пошарове нанесення розплавленого полімеру (Stratasys, США);
- SLS (Selective Laser Sintering) – селективне спікання порошкових матеріалів лазером (EOS, Німеччина; 3D Systems, США);
- SLA (Stereolithography Apparatus) – фотополімеризація за допомогою ультрафіолетового випромінювання;
- PolyJet – багатоструменеве нанесення фотополімера з УФ-затвердінням (Objet Geometries, Ізраїль);
- MJM (Multi Jet Modeling) – нанесення розплавленого воску або полімерів;
- SLM (Selective Laser Melting) – пошарове плавлення металевих порошків;
- EBM (Electron Beam Melting) – формування шару за рахунок розплавлення порошку електронним променем [8, 9].

У сучасних системах все ширше застосовуються технології, що дозволяють створювати металеві деталі безпосередньо з порошкових композицій – DMD, LENS, SMD [10, 11].

Переваги та обмеження RP-технологій

До основних переваг технологій швидкого прототипування належать:

- скорочення термінів розробки;
- відсутність потреби у складному плануванні технологічних операцій;
- можливість швидкого корегування конструкції;
- гнучкість та висока автоматизація процесів.

Недоліки RP-технологій:

- висока вартість обладнання та матеріалів;
- обмежена точність і міцність прототипів;
- потреба у додатковій постобробці.

Проте з розвитком технологій ці недоліки поступово усуваються, а точність і доступність виробів підвищуються.

Висновки

Швидке прототипування є ключовим інструментом цифрового машинобудування. Воно забезпечує створення дослідних зразків, малосерійних виробів та інноваційних розробок без значних витрат на технологічну оснастку.

Сфери застосування RP-технологій охоплюють автомобільну, авіаційну, медичну, електронну, ювелірну та архітектурну галузі. Їх впровадження сприяє скороченню інноваційного циклу, підвищенню якості продукції та конкурентоспроможності машинобудівних підприємств.

#### Список використаних джерел:

1. Beaman, J. J., Barlow, J. W. Solid Freeform Fabrication: A New Direction in Manufacturing // Science. – 2020. – Vol. 368. – P. 142–149.
2. Brandt, M. Laser Additive Manufacturing. – Amsterdam : Elsevier, 2017. – 558 p.
3. Frazier, W. E. Metal Additive Manufacturing: A Review // Journal of Materials Engineering and Performance. – 2019. – Vol. 28, No. 2. – P. 1–10.
4. Galeta, T., Kotsiuba, V. Innovative Additive Manufacturing Technologies for the Automotive Sector // ScienceRise: Engineering and Technology. – 2022. – Vol. 3(46). – P. 31–38.
5. Gibson, I., Rosen, D. W., Stucker, B. Additive Manufacturing Technologies. – Cham : Springer, 2021. – 736 p.
6. Kruth, J. P., Leu, M. C., Nakagawa, T. Progress in Additive Manufacturing and Rapid Prototyping // CIRP Annals. – 2020. – Vol. 69, No. 2. – P. 635–658.
7. Lipson, H., Kurman, M. Fabricated: The New World of 3D Printing. – Hoboken : John Wiley & Sons, 2020. – 320 p.
8. Lulko, O., Dmytrenko, S. Additive Technologies in the Production of Functional Parts for the Automotive Industry // Технічна механіка. – 2023. – № 1. – С. 64–70.
9. Mognol, P., Hascoet, J. Y., Marechal, M. A Methodology of Process Planning for Hybrid Rapid Prototyping // Rapid Prototyping Journal. – 2021. – Vol. 27, No. 3. – P. 487–499.
10. Mykhalchenko, V., Yermolenko, O. Implementation of Additive Manufacturing Technologies in Ukrainian Automotive Engineering // Машинобудування. – 2021. – № 2. – С. 23–31.